Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

AEROPORTO CIVILE DI LAMEZIA TERME (CZ)

LOTTO L1 - Sviluppo aerostazione passeggeri
CUP: H84G22000030009
LOTTO L2 - Interventi per la security e la digitalizzazione
CUP: H86I22000390002
LOTTO L6 - Potenziamento delle reti di sottoservizi e impianti tecnologici
CUP: H84G22000060009

PROGETTO ESECUTIVO

LOTTO L1

IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

Relazione di valutazione del rischio di fulminazione

GRUPPO DI PROGETTAZIONE Raggruppamento Temporaneo di Professionisti	TECHNITAL	ETS Engineering and Technical Services S.p.A.
	Direttore Tecnico e Responsabile integrazione prestazioni specialistiche: ing. Filippo Busola Geologia: dott. Emanuele Fresia Progettazione idraulica: ing. Alessandro Cacciatori Project Manager: ing. Emanuela Perina CSP: arch. Elisabeth Foroni	Direttore Tecnico: ing. Giambattista Parietti Progettazione Specialistica Impianti: ing. Marco Bergami p.i. Daniele Togni ing. Enrico Facchinetti
AERTEC	VALLE 3.0	incide
Direttore tecnico: ing. Aeronautico Carlos Berenguer López Responsabile sistemi di trasporto: ing. Pedro Tena Calderón	Direttore tecnico: arch. Emanuela Valle Progettazione architettonica: arch. Maria Camilla Valle arch. Leonardo Giovannozzi	Direttore tecnico e progettazione strutturale: ing. Gianluca Vallerini Coordinatore progettazione strutture: ing. Matteo Pagnozzi

CODICE ELABORATO								REVISIONE		
Fase	Lotto	Ambito	Disciplina	Tipo	Numero	Rev	Scala	Id.	Data	Descrizione
E	L1	00	ELE	RE	04	A		A	FEBBRAIO 2025	EMISSIONE
								B		
								C		
								D		
NOME FILE: AI015P-E-L1-00-ELE-RE-04-A.docx								REDAZIONE:	D. Togni	ETS

Visto del Committente: **Società Aeroportuale Calabrese S.p.A.**		
INTERVENTO FACENTE PARTE DEL Contratto Istituzionale di Sviluppo "CIS VOLARE"	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: ing. Ferdinando Saracco	IL POST HOLDER DI AREA: OPERATIONAL SERVICES MANAGER: Emilio Parrilla PASSENGER EXPERIENCE MANAGER: Sabrina Mileto PH PROGETTAZIONE: Ferdinando Saracco
Approvazione **ENAC:**		

INDICE

1. PREMESSA 4
1.1. Oggetto del documento 4
1.2. Localizzazione geografica dell'area ove previsti i nuovi edifici 4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 5
3. TERMINI E DEFINIZIONI PRINCIPALI 6
4. TERMINAL ARRIVI 10
4.1. Dati generali 10
4.1.1. Individuazione della struttura da proteggere 10
4.1.2. Densità annua di fulmini a terra 10
4.1.3. Tipi di danno, perdite e misure di protezione 10
4.1.4. Dati relativa alla struttura 11
4.1.5. Dati relativi alle linee elettriche esterne 11
4.1.6. Definizione e caratteristiche delle zone 12
4.2. Calcolo dell'area di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne 12
4.3. Valutazione dei rischi 14
4.3.1. Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane 14
4.3.2. Analisi del rischio R1 16
4.4. Scelta delle misure di protezione 16
4.5. Analisi della convenienza economica 21
4.6. Conclusioni 25
4.7. Appendici 25
4.7.1. Caratteristiche della struttura 25
4.7.2. Caratteristiche delle linee elettriche 25
4.7.3. Caratteristiche della zona: Z1 - Aree esterne land-side 28
4.7.4. Caratteristiche della zona: Z2 - Aree esterne air-side 29
4.7.5. Caratteristiche della zona: Z3 – aree aperte al pubblico 29
4.7.6. Caratteristiche della zona: Z4 – locali tecnici e similari 31
4.7.7. Caratteristiche della zona: Z5 – area BHS 32
4.7.8. Caratteristiche della zona: Z6 – magazzini e locali di servizio 33
4.7.9. Frequenza di danno 34
4.7.10. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi 37
4.7.11. Valori delle probabilità P per la struttura non protetta 38
5. POLO TECNOLOGICO 42
5.1. Dati generali 42
5.1.1. Individuazione della struttura da proteggere 42
5.1.2. Densità annua di fulmini a terra 42
5.1.3. Tipi di danno, perdite e misure di protezione 42
5.1.4. Dati relativa alla struttura 43
5.1.5. Dati relativi alle linee elettriche esterne 43
5.1.6. Definizione e caratteristiche delle zone 43
5.2. Calcolo dell'area di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne 44
5.3. Valutazione dei rischi 44
5.3.1. Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane 44
5.3.2. Analisi del rischio R1 45
5.4. Scelta delle misure di protezione 45
5.5. Analisi della convenienza economica 47

5.6. Conclusioni 49
5.7. Appendici 49
5.7.1. Caratteristiche della struttura 49
5.7.2. Caratteristiche delle linee elettriche 49
5.7.3. Caratteristiche della zona: Z1 - Aree esterne polo tecnologico 50
5.7.4. Caratteristiche della zona: Z2 - Aree interne polo tecnologico 50
5.7.5. Frequenza di danno 51
5.7.6. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi 53
5.7.7. Valori delle probabilità P per la struttura non protetta 53
6. COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI 55
6.1. Generalità 55
6.2. Protezione lato BT 400V – power-center QPC cabina C3 55
6.3. Protezione lato BT 400V – quadri generali di terminal 56
6.4. Protezione lato BT 400V – quadri di zona e di locale 56
7. ALLEGATO 58

1. PREMESSA

1.1. Oggetto del documento

Il presente documento, allegato alla documentazione del Progetto Esecutivo, ha per oggetto la relazione di valutazione del rischio di fulminazione e protezione contro le scariche atmosferiche dei seguenti nuovi edifici:

- terminal partenze
- polo tecnologico

nell'ambito dell'intervento di sviluppo dell'aerostazione passeggeri dell'aeroporto di Lamezia Terme (CZ) – LOTTO 1.

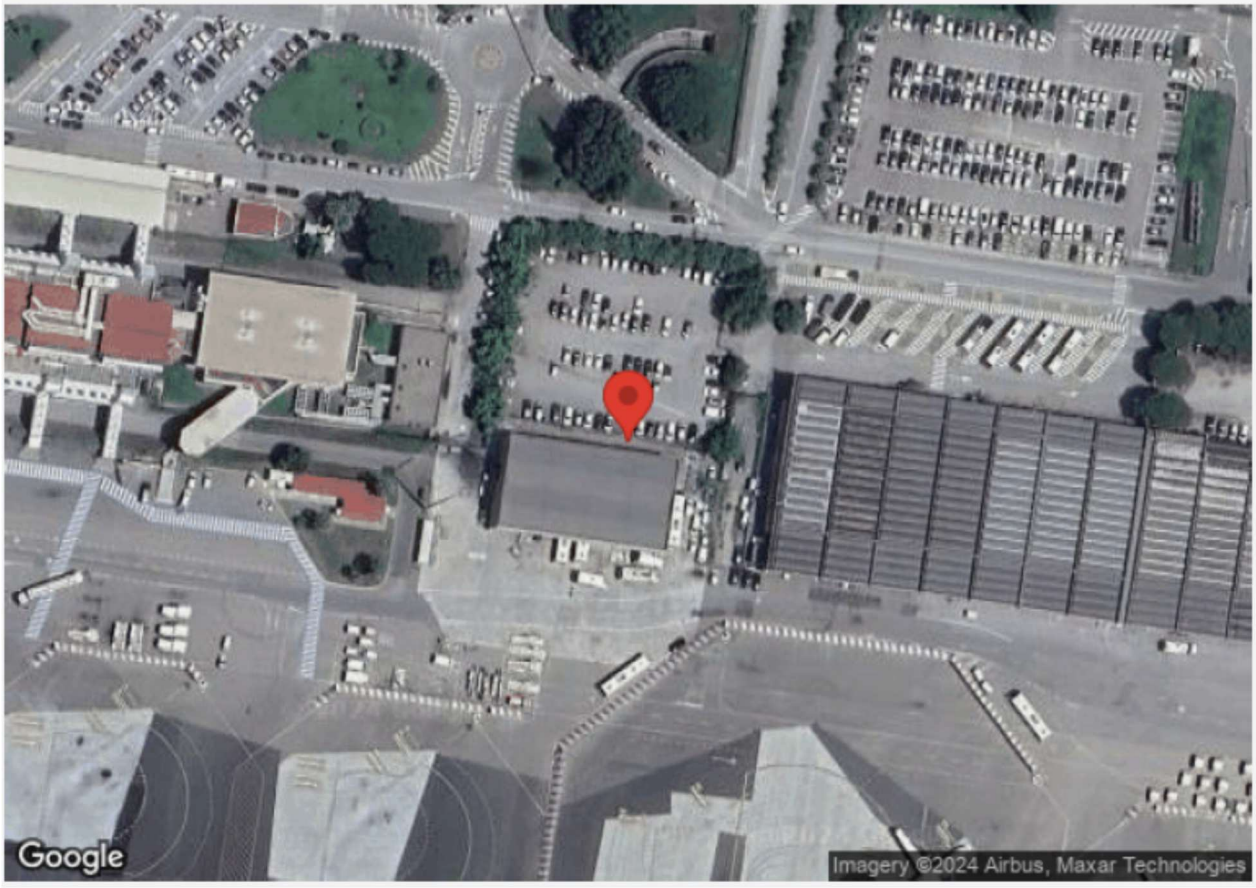
1.2. Localizzazione geografica dell'area ove previsti i nuovi edifici

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 38,909276

Longitudine: 16,247575



2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le valutazioni in oggetto sono state condotte con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" (Febbraio 2013)
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" (Febbraio 2013)
- CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" (Febbraio 2013)
- CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" (Febbraio 2013)
- Norma CEI 81-27 Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni all'arrivo della linea di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione
- CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" (Maggio 2020)
- CEI EN IEC 62858 "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali" (Maggio 2020)

3. TERMINI E DEFINIZIONI PRINCIPALI

Fulmine su una struttura

- Fulmine che colpisce una struttura da proteggere.

Fulmine in prossimità di una struttura

- Fulmine che colpisce tanto vicino ad una struttura da proteggere da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

Fulmine su una linea

- Fulmine che colpisce una linea connessa alla struttura da proteggere.

Fulmine in prossimità di una linea

- Fulmine che colpisce tanto vicino ad una linea connessa alla struttura da proteggere, da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

Danni ad esseri viventi

- Danni, inclusa la perdita della vita, causati ad uomini o animali per elettrocuzione provocata da tensioni di contatto e di passo generate dal fulmine.

LEMP

- Impulso elettromagnetico del fulmine, tutti gli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine che possono generare impulsi e campi elettromagnetici mediante accoppiamento resistivo, induttivo e capacitivo

LPL

- Livello di protezione, numero, associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura.

Misure di protezione

- Misure da adottare nella struttura da proteggere per ridurre il rischio.

LP

- Protezione contro il fulmine, sistema completo usato per la protezione contro il fulmine delle strutture, dei loro impianti interni, del loro contenuto e delle persone, costituito in generale da un LPS e dalle SPM.

Zs

- Zona di una struttura, parte di una struttura con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un gruppo unico di parametri per la valutazione di una componente di rischio.

LPS

- Sistema di protezione contro il fulmine, impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura.

SPD

- Limitatore di sovratensione, dispositivo che limita le sovratensioni e scarica le correnti impulsive; contiene almeno un componente non lineare.

Sistema di SPD

- Gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

Componenti di rischio

I tipi di rischio che il fulmine può provocare dipendono in linea generale dal tipo di struttura interessata.

- rischio R1 (perdite di vite umane) è presente in tutte le strutture in cui sia prevista presenza di persone all'interno o all'esterno della struttura

- il rischio R2 (perdita di servizio pubblico essenziale) è presente solo nelle strutture adibite a servizi di distribuzione di acqua, gas, energia elettrica, radiotelevisione, telecomunicazioni, ecc

- il rischio R3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) è presente solo per musei o strutture simili

- il rischio R4 (perdite economiche) può essere sempre considerato, perché il fulmine produce comunque un danno economico.

Componente A

- La componente di rischio A è relativa ai danni ad esseri viventi per tensioni di contatto e di passo, dovute ad un fulmine diretto sull'edificio, all'interno della struttura e in una fascia di 3 m all'esterno della struttura. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane) ed L4 (perdita di animali) se l'edificio è adibito ad uso agricolo.

Componente B

- La componente di rischio B riguarda i danni fisici causati da incendi e/o esplosioni innescati dalle scariche pericolose che hanno luogo in seguito alla fulminazione diretta della struttura. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L3 (perdita di patrimonio culturale) se l'edificio è adibito a museo o attività simili, L4 (perdita economica).

Componente C

- La componente di rischio C si riferisce ai danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dal LEMP (lightning electromagnetic pulse) originato dalla variazione repentina del campo elettromagnetico associato all'impulso della corrente di fulmine che colpisce l'edificio. Tale fenomeno è particolarmente insidioso in quanto determina elevate tensioni indotte di tipo impulsivo all'interno di tutte le spire presenti all'interno della struttura. I danni sugli impianti si hanno qualora le tensioni indotte superino la tensione di tenuta ad impulso dei componenti elettrici. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di

apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

Componente M

- La componente di rischio M considera i danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dal LEMP originato dal fulmine a terra in prossimità della struttura. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

Componente U

- La componente di rischio U concerne i danni ad esseri viventi per tensioni di contatto all'interno della struttura, dovute ad un fulmine diretto sulla linea entrante. La norma non ritiene trascurabile la probabilità che a causa di una fulminazione diretta della linea si determini un difetto di isolamento all'interno della struttura con conseguente pericolo per tensioni di contatto. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane) ed L4 (perdita di animali) negli edifici adibiti ad uso agricolo.

Componente V

- La componente di rischio V attiene i danni fisici causati da incendi e/o esplosioni innescati dalle scariche pericolose che hanno luogo in seguito alla fulminazione diretta della linea. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L3 (perdita di patrimonio culturale) se l'edificio è adibito a museo o attività simili, L4 (perdita economica).

Componente W

- La componente di rischio W contempla i danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dalle sovratensioni indotte sulla linea entrante nella struttura da un fulmine che colpisce direttamente la linea. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

Componente Z

- La componente di rischio Z interessa i danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dalle sovratensioni indotte sulla linea entrante nella struttura da un fulmine che colpisce in prossimità della linea. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

Rischio parziale dipendente dalla sorgente e dal tipo di danno

- Ra: danno ad esseri viventi – fulminazione sulla struttura
- Rb: danno materiale alla struttura - fulminazione sulla struttura
- Rc: guasto di impianti interni - fulminazione sulla struttura
- Rm: guasto di impianti interni - fulminazione in prossimità della struttura
- Ru: danno ad esseri viventi – fulminazione sulla linea connessa
- Rv: danno materiale alla struttura - fulminazione sulla linea connessa
- Rw: danno agli impianti - fulminazione sulla linea connessa
- Rz: guasto di impianti interni - fulminazione in prossimità di una linea

Probabilità di danno

- Pa: probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulminazione sulla struttura)
- Pb: probabilità di danno materiale in una struttura (fulm. sulla struttura)
- Pc: probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla struttura)
- Pm: probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della struttura)
- Pu: probabilità di danno ad esseri viventi (fulm. sulla linea connessa)
- Pv: probabilità di danno materiale nella struttura (fulm. sulla linea connessa)
- Pw: probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla linea connessa)
- Pz: probabilità di guasto degli impianti interni (fulm. in prossimità della linea connessa)

Frequenza di danno

- La frequenza di danno (F) è il prodotto tra il numero (N) di eventi pericolosi all'anno e la probabilità (P) che all'evento pericoloso segua il danno (F = NP). In altre parole, la frequenza di danno (F) è il numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno. Poiché ogni danno comporta una perdita economica, la frequenza di danno è anche la frequenza con cui si verifica una perdita economica.

Frequenza di danno tollerabile

- Indica il valore della frequenza di danno tollerabile nei confronti delle sovratensioni per le apparecchiature alimentate dall'impianto interno. La guida CEI 81-29 suggerisce un valore della frequenza di danno tollerabile FT = 0,1 (un danno ogni dieci anni). Secondo la stessa guida, però, il gestore della struttura, in relazione alle proprie necessità (ad es. al grado di affidabilità richiesto per gli impianti), può stabilire un valore di frequenza di danno tollerabile superiore, ma in ogni caso, tale valore non deve essere superiore a 1 (un danno all'anno).

4. TERMINAL ARRIVI

4.1. Dati generali

4.1.1. Individuazione della struttura da proteggere

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un edificio a sé stante.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle proprie dell'edificio.

4.1.2. Densità annua di fulmini a terra

Come rilevabile dalla Norma IEC 62858 la densità annua di fulmini a terra nella posizione in cui sarà ubicata la struttura (vedasi allegato) è pari a:

- Ng = 2,14 fulmini/(anno km^2)

4.1.3. Tipi di danno, perdite e misure di protezione

La fulminazione produce sempre dei danni, ai quali sono associate delle perdite. Poiché è impossibile difendersi in modo assoluto dagli effetti della fulminazione, si determina il "danno accettabile" ed, in definitiva, il tipo di impianto di protezione adeguato.

Ciascun tipo di danno, da solo o in combinazione con altri, può produrre differenti tipi di perdite, ovvero:

- perdita di vite umane (rischio R1)
- perdita di servizio pubblico (rischio R2)
- perdita di patrimonio culturale insostituibile (rischio R3)
- perdita economica (struttura e suo contenuto, servizi e interruzione dell'attività) (rischio R4).

Al fine di valutare se la protezione sia o meno necessaria, deve essere effettuata la valutazione del rischio in accordo con la procedura indicata nella norma CEI 62305-2, in modo che il rischio risultante R, che è funzione di R1, R2 e R3, sia minore del rischio tollerabile RT.

I valori del rischio tollerabile RT sono i seguenti:

- per il rischio R1: 1E-05
- per il rischio R2: 1E-03
- per il rischio R3: 1E-04

La struttura, stante la sua destinazione d'uso, può essere soggetta:

- al rischio R1 (perdita di vite umane)

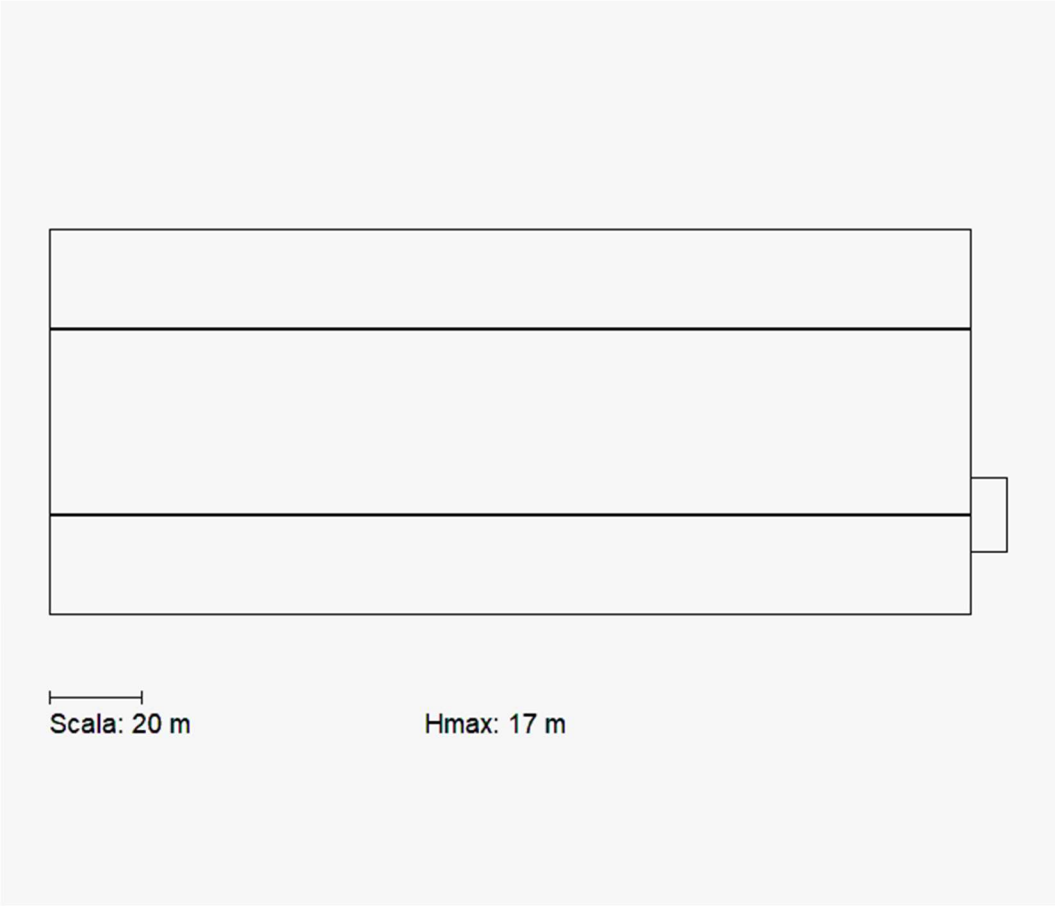
Il rischio R2 non è applicabile in quanto la struttura non è adibita a distribuzione di reti pubbliche quali acqua, gas, elettricità, ecc..

Il rischio R3 non è applicabile in quanto struttura non ricadente nel patrimonio culturale.

La valutazione di natura economica R4, volta ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, è stata condotta stante l'importanza economica della struttura.

4.1.4. Dati relativa alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel seguente disegno schematico:



La destinazione d'uso prevalente della struttura è: terminal di aeroporto civile.

4.1.5. Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche che possono introdurre potenziali pericoli per fulminazione indiretta:

- Linea di energia: L1 - linea BT 400V sezione A da power-center cabina C3
- Linea di energia: L2 - linea BT 400V sezione B da power-center cabina C3
- Linea di energia: L3 - linea BT 400V sezione C da power-center cabina C3
- Linea di energia: L4 - linea BT 400V BHS da power-center cabina C3

Le linee di segnale sono costituite da cavi in fibra ottica che per loro natura costruttiva non possono introdurre potenziali pericolosi

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *"Caratteristiche delle linee elettriche".*

4.1.6. Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura ed in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti,

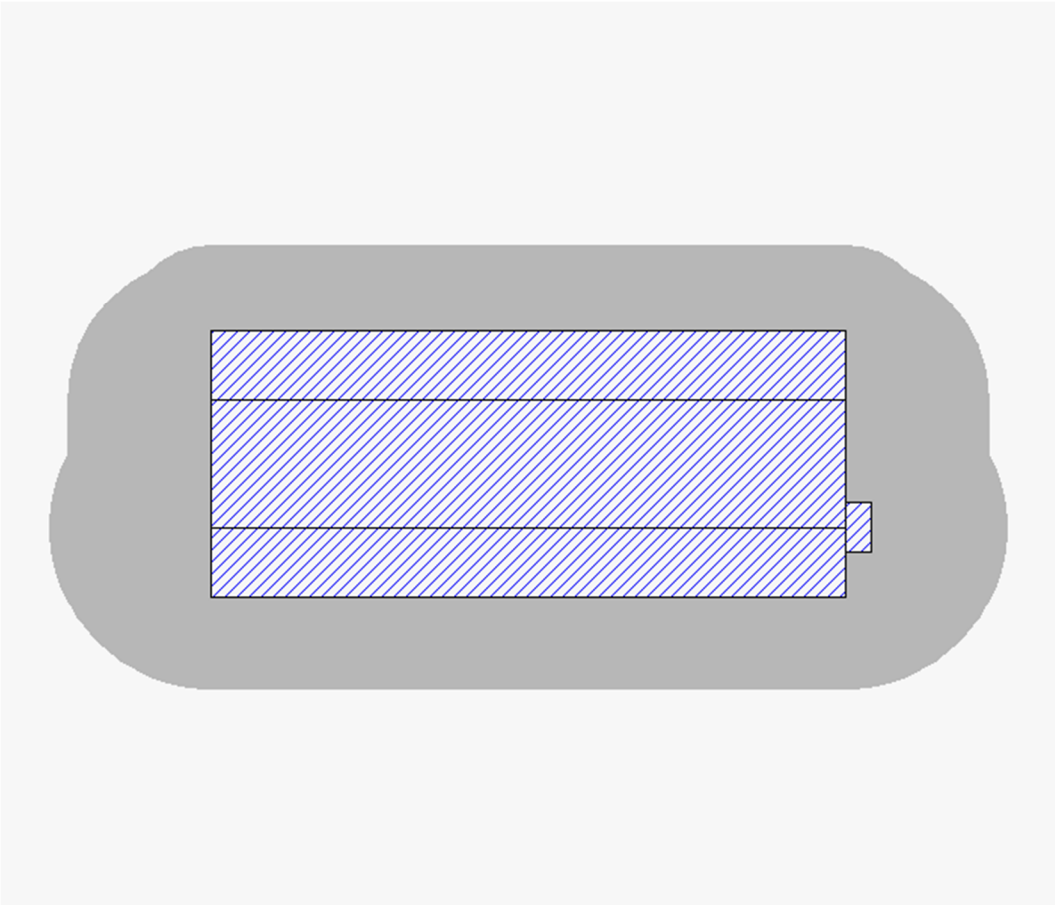
sono state definite le seguenti zone:

- Zona 1 (Z1): Aree esterne alla struttura lato land-side (attese e parcheggi)
- Zona 2 (Z2): Aree esterne alla struttura lato air-side (movimentazione mezzi servizio e apron)
- Zona 3 (Z3): Aree interne aperte al pubblico (hall, controlli, attese, bagni, duty-free, ecc.)
- Zona 4 (Z4): Aree e locali tecnici accessibili al solo personale preposto
- Zona 5 (Z5): Area BHS accessibile al solo personale preposto
- Zona 6 (Z6): Aree magazzini e locali di servizio accessibili al solo personale preposto

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *"Caratteristiche delle Zone".*

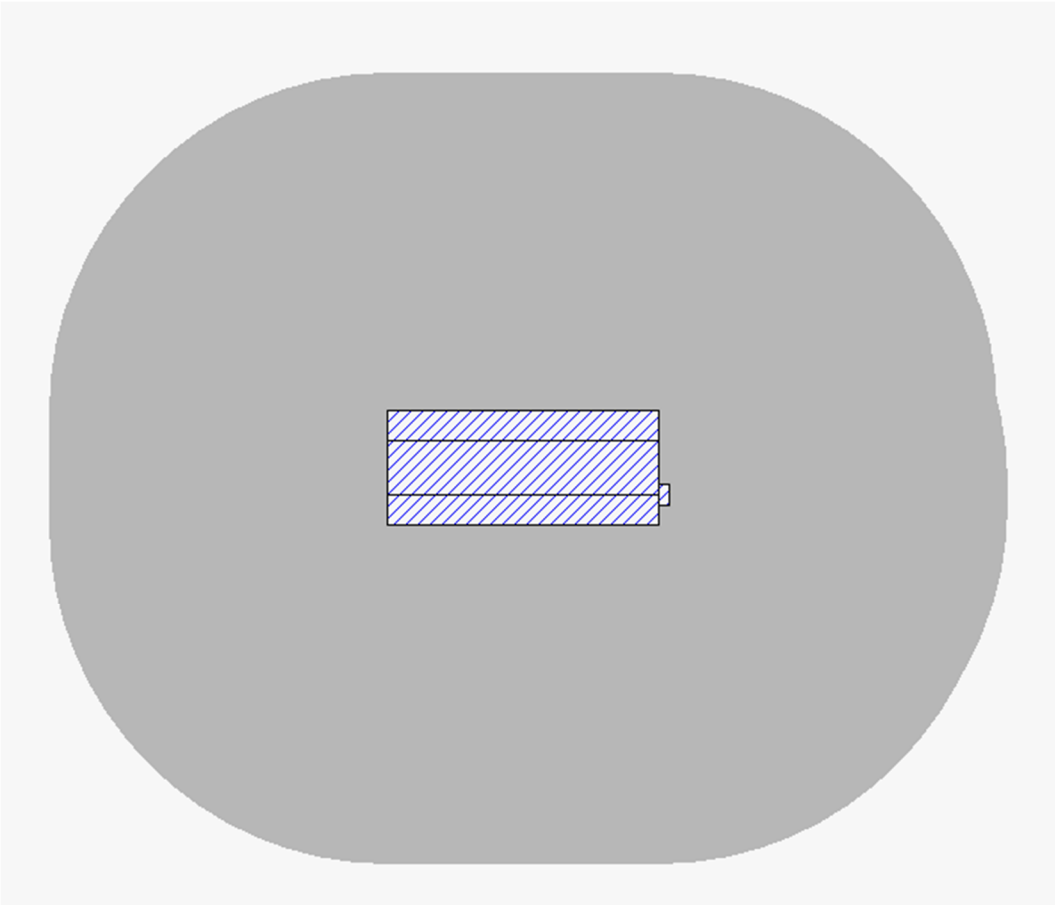
4.2. Calcolo dell'area di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel seguente disegno:



Area di raccolta AD (km²) = 3,93E-02

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel seguente disegno:



Area di raccolta AM (km²) = 6,04E-01

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *"Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi".*

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *"Valori delle probabilità P per la struttura non protetta".*

4.3. Valutazione dei rischi

4.3.1. Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati per ciascuna zona.

Zona Z1: Aree esterne land-side

- RA: 1,17E-10
- Totale: 1,17E-10

Zona Z2: Aree esterne air-side

- RA: 4,37E-08
- Totale: 4,37E-08

Zona Z3: aree aperte al pubblico

- RA: 2,98E-07
- RB: 1,19E-06
- RU (Impianti elettrici BT - rete normale): 7,88E-11
- RV (Impianti elettrici BT - rete normale): 3,16E-10
- RU (Impianti elettrici BT - rete privilegiata): 7,88E-11
- RV (Impianti elettrici BT - rete privilegiata): 3,16E-10
- RU (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00+E00
- RV (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00+E00
- RW (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00+E00
- RZ (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00+E00
- Totale: 1,49E-06

Zona Z4: locali tecnici e similari

- RA: 5,85E-10
- RB: 4,68E-11
- RU (Impianti elettrici BT - rete normale): 1,55E-13
- RV (Impianti elettrici BT - rete normale): 1,24E-14
- Totale: 6,32E-10

Zona Z5: area BHS

- RA: 1,05E-08
- RB: 8,41E-09
- RU (Impianti elettrici BT - sistema BHS): 2,36E-12
- RV (Impianti elettrici BT - sistema BHS): 1,88E-12
- Totale: 1,89E-08

Zona Z6: magazzini e locali di servizio

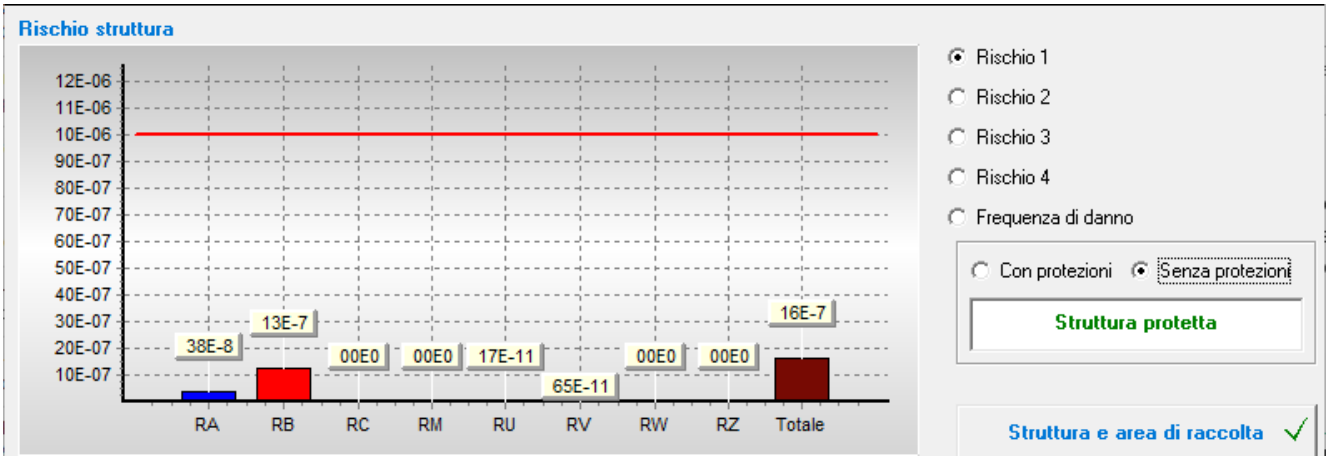
- RA: 2,45E-08
- RB: 4,92E-08
- RU (Impianti elettici BT - rete normale): 6,49E-12
- RV (Impianti elettici BT - rete normale): 1,30E-11
- Totale: 7,37E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,63E-06

4.3.2. Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 1,63E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05.

Il presente grafico sintetizza quanto esposto:



4.4. Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo R1 = 1,63E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Stante il valore economico ed operativo della struttura si ritiene comunque idoneo valutare l'eventuale adozione di misure di protezione integrative al fine di valutarne la convenienza economica nell'adottare tali misure.

Tenuto conto della fattibilità tecnica, in relazione anche ai vincoli da rispettare, per la protezione della struttura in esame sono state scelte le misure di protezione seguenti:

- dotare l'edificio di un LPS di classe II (Pb = 0,05)

L'adozione di questa misura di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

<u>Zona Z1: Aree esterne land-side</u>

- PA = 5,00E-02

- PB = 0,05
- PC = 0,00E+00
- PM = 0,00E+00
- rt = 0,00001
- rp = 1
- rf = 0
- h = 1

Zona Z2: Aree esterne air-side

- PA = 5,00E-02
- PB = 0,05
- PC = 0,00E+00
- PM = 0,00E+00
- rt = 0,01
- rp = 1
- rf = 0
- h = 1

Zona Z3: aree aperte al pubblico

- PA = 5,00E-02
- PB = 0,05
- PC (Impianti elettrici BT - rete normale) = 2,00E-02
- PC (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = 2,00E-02
- PC (Impianti speciali e di sicurezza) = 0,00E+00
- PC = 3,96E-02
- PM (Impianti elettrici BT - rete normale) = 3,20E-11
- PM (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = 3,20E-07
- PM (Impianti speciali e di sicurezza) = 5,00E-10
- PM = 3,21E-07

- PU (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PV (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PW (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PZ (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PU (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = *
- PV (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = *
- PW (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = *
- PZ (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = *
- rt = 0,001
- rp = 0,2
- rf = 0,01
- h = 10

<u>Zona Z4: locali tecnici e similari</u>

- PA = 5,00E-02
- PB = 0,05
- PC (Impianti elettrici BT - rete normale) = 2,00E-02
- PC = 2,00E-02
- PM (Impianti elettrici BT - rete normale) = 1,28E-04
- PM = 1,28E-04
- PU (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PV (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PW (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PZ (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- rt = 0,001
- rp = 0,2
- rf = 0,001

- h = 2

Zona Z5: area BHS

- PA = 5,00E-02
- PB = 0,05
- PC (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 5,00E-02
- PC = 5,00E-02
- PM (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 2,22E-10
- PM = 2,22E-10
- PU (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 2,00E-02
- PV (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 2,00E-02
- PW (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 5,00E-02
- PZ (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 3,00E-02
- rt = 0,01
- rp = 0,2
- rf = 0,1
- h = 2

Zona Z6: magazzini e locali di servizio

- PA = 5,00E-02
- PB = 0,05
- PC (Impianti elettici BT - rete normale) = 2,00E-02
- PC = 2,00E-02
- PM (Impianti elettici BT - rete normale) = 3,20E-07
- PM = 3,20E-07
- PU (Impianti elettici BT - rete normale) = *
- PV (Impianti elettici BT - rete normale) = *
- PW (Impianti elettici BT - rete normale) = *
- PZ (Impianti elettici BT - rete normale) = *

- rt = 0,001
- rp = 0,2
- rf = 0,01
- h = 5

(*) Nel caso di linee con caratteristiche non uniformi lungo il percorso, la probabilità è relativa ad ogni tratto di linea. Vedasi in proposito l'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

I nuovi valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Zona Z1: Aree esterne land-side

- RA: 5,85E-12
- Totale: 5,85E-12

Zona Z2: Aree esterne air-side

- RA: 2,19E-09
- Totale: 2,19E-09

Zona Z3: aree aperte al pubblico

- RA: 1,49E-08
- RB: 5,97E-08
- RU (Impianti elettrici BT - rete normale): 7,88E-11
- RV (Impianti elettrici BT - rete normale): 3,16E-10
- RU (Impianti elettrici BT - rete privilegiata): 7,88E-11
- RV (Impianti elettrici BT - rete privilegiata): 3,16E-10
- RU (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00+E00
- RV (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00+E00
- RW (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00+E00
- RZ (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00+E00
- Totale: 7,54E-08

Zona Z4: locali tecnici e similari

- RA: 2,92E-11

- RB: 2,34E-12
- RU (Impianti elettrici BT - rete normale): 1,55E-13
- RV (Impianti elettrici BT - rete normale): 1,24E-14
- Totale: 3,17E-11

Zona Z5: area BHS

- RA: 5,26E-10
- RB: 4,21E-10
- RU (Impianti elettrici BT - sistema BHS): 2,36E-12
- RV (Impianti elettrici BT - sistema BHS): 1,88E-12
- Totale: 9,51E-10

Zona Z6: magazzini e locali di servizio

- RA: 1,23E-09
- RB: 2,46E-09
- RU (Impianti elettici BT - rete normale): 6,49E-12
- RV (Impianti elettici BT - rete normale): 1,30E-11
- Totale: 3,71E-09

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 8,23E-08

4.5. Analisi della convenienza economica

L'analisi della convenienza economica della protezione è stata condotta come indicato dalla norma CEI EN 62305-2 calcolando il risparmio annuo, in termini di perdite economiche, che ogni soluzione permette di ottenere, al fine di individuare la più conveniente.

I valori economici relativi alla struttura sono indicati nell'Appendice "*Caratteristiche delle zone".*

Il costo delle misure di protezione è di seguito indicato.

Costo delle misure di protezione globali (LPS II livello): € 250.000,00 (stima)

I valori assunti per il tasso di interesse, ammortamento e manutenzione delle misure di protezione è di seguito indicato:

- Interesse: 5 %
- Ammortamento: 50 anni

- Manutenzione: 10 %

Il valore delle componenti del rischio R4 per la struttura non protetta è di seguito indicato:

Zona Z3: aree aperte al pubblico

- RB: 1,68E-05
- RC: 1,40E-04
- RM: 1,38E-09
- RV (Impianti elettrici BT - rete normale): 4,45E-09
- RW (Impianti elettrici BT - rete normale): 3,71E-08
- RZ (Impianti elettrici BT - rete normale): 8,55E-07
- RV (Impianti elettrici BT - rete privilegiata): 4,45E-09
- RW (Impianti elettrici BT - rete privilegiata): 3,71E-08
- RZ (Impianti elettrici BT - rete privilegiata): 8,55E-07
- RV (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00E+00
- RW (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00E+00
- RZ (Impianti speciali e di sicurezza): 0,00E+00

Zona Z4: locali tecnici e similari

- RB: 1,68E-06
- RC: 1,40E-04
- RM: 5,51E-07
- RV (Impianti elettrici BT - rete normale): 4,45E-10
- RW (Impianti elettrici BT - rete normale): 3,71E-08
- RZ (Impianti elettrici BT - rete normale): 8,55E-07

Zona Z5: area BHS

- RB: 1,68E-04
- RC: 1,40E-04
- RM: 9,56E-13
- RV (Impianti elettrici BT - sistema BHS): 3,77E-08

- RW (Impianti elettrici BT - sistema BHS): 6,56E-08
- RZ (Impianti elettrici BT - sistema BHS): 3,42E-06

Zona Z6: magazzini e locali di servizio

- RB: 1,68E-05
- RC: 1,40E-04
- RM: 1,38E-09
- RV (Impianti elettici BT - rete normale): 4,45E-09
- RW (Impianti elettici BT - rete normale): 3,71E-08
- RZ(Impianti elettici BT - rete normale): 8,55E-07

Il valore delle perdite residue CRL è stato calcolato in conformità all'appendice D della norma CEI EN 62305-2 sulla base dei nuovi valori che le componenti del rischio R4 assumono una volta adottate le misure di protezione previste nelle soluzioni individuate.

Il valore delle perdite CL per la struttura non protetta e quello delle perdite residue CRL per la struttura protetta secondo le varie soluzioni individuate è di seguito indicato.

Zona Z1

- Perdite senza protezioni: € 0,00
- Perdite con protezioni: € 0,00
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 0,00

Zona Z2

- Perdite senza protezioni: € 0,00
- Perdite con protezioni: € 0,00
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 0,00

Zona Z3

- Perdite senza protezioni: € 7.136,75
- Perdite con protezioni: € 368,34
- Costo delle misure di protezione: € 0,00

- Risparmio: € 6.768,41

Zona Z4

- Perdite senza protezioni: € 6.440,56
- Perdite con protezioni: € 194,74
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 6.245,82

Zona Z5

- Perdite senza protezioni: € 14.018,55
- Perdite con protezioni: € 852,00
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 13.166,55

Zona Z6

- Perdite senza protezioni: € 7.096,41
- Perdite con protezioni: € 204,25
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 6.892,16

Costo LPS : € 42.500,00

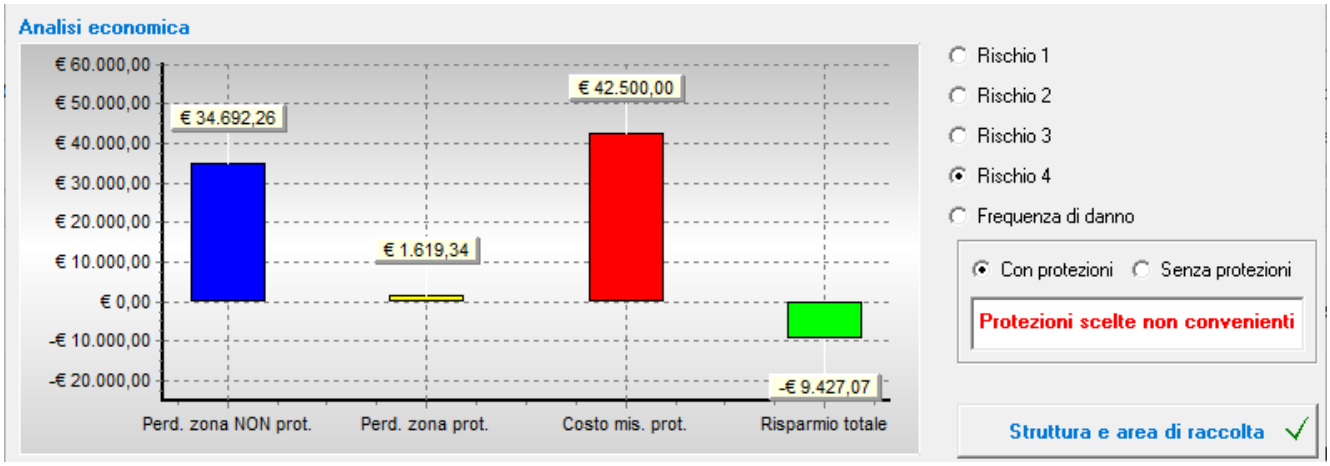
- Totale perdite senza protezioni: € 34.692,27
- Totale perdite con protezioni: € 1.619,33
- Totale costo delle misure di protezione: € 42.500,00
- **Totale risparmio: € -9.427,06**

Come si evince, l'adozione delle misure di protezione previste (LPS di II livello), determina un esborso economico annuo pari a circa € 9.427 per la durata di vita presunta dell'impianto (50 anni).

Si ritiene tale valore, economicamente non giustificabile.

Ciò significa che l'installazione (e successiva gestione e manutenzione nel corso degli anni) di un impianto LPS di livello II non determina un reale vantaggio di tipo economico tale da giustificarne l'installazione.

Il presente grafico sintetizza quanto esposto:



4.6. Conclusioni

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue:

- Rischi che non superano il valore tollerabile: R1
- Sistema delle protezioni previste per il rischio R4: valutate ed economicamente non convenienti

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI

4.7. Appendici

4.7.1. Caratteristiche della struttura

- Dimensioni: vedi disegno
- Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore (CD = 0,5)
- Schermo esterno alla struttura: assente
- Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 2,14

4.7.2. Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: L1 - linea BT 400V sezione A da power-center cabina C3

- Tipo di linea: energia
- SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02) (sul quadro QGBT sez.A)

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

- Tratto di linea aerea (montante verticale)

- Lunghezza (m) L = 20
- Coefficiente ambientale (CE): urbano
- Linea in tubo o canale metallico

Sezione 2

- Tratto di linea interrata (cavidotto a pavimento)
- Lunghezza (m) L = 100
- Resistività (ohm x m) r = 400 (stimata)
- Coefficiente ambientale (CE): urbano

Sezione 3

- Trasformatore MT/BT cabina C3

Sezione 4

- Struttura adiacente
- Dimensioni della struttura da cui proviene la linea (cabina C3): A (m): 15 B (m): 10 H (m): 4
- Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

<u>Caratteristiche della linea: L2 - linea BT 400V sezione B da power-center cabina C3</u>

- Tipo di linea: energia
- SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02) (sul quadro QGBT sez.B)

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

- Tratto di linea aerea (montante verticale)
- Lunghezza (m) L = 20
- Coefficiente ambientale (CE): urbano
- Linea in tubo o canale metallico

Sezione 2

- Tratto di linea interrata (cavidotto a pavimento)
- Lunghezza (m) L = 100

- Resistività (ohm x m) r = 400 (stimata)
- Coefficiente ambientale (CE): urbano

Sezione 3

- Trasformatore MT/BT cabina C3

Sezione 4

- Struttura adiacente
- Dimensioni della struttura da cui proviene la linea (cabina C3): A (m): 15 B (m): 10 H (m): 4
- Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

<u>Caratteristiche della linea: L3 - linea BT 400V sezione C da power-center cabina C3</u>

- Tipo di linea: energia
- SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02) (sul quadro QGBT sez.C)

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

- Tratto di linea aerea (montante verticale)
- Lunghezza (m) L = 20
- Coefficiente ambientale (CE): urbano
- Linea in tubo o canale metallico

Sezione 2

- Tratto di linea interrata (cavidotto a pavimento)
- Lunghezza (m) L = 100
- Resistività (ohm x m) r = 400 (stimata)
- Coefficiente ambientale (CE): urbano

Sezione 3

- Trasformatore MT/BT cabina C3

Sezione 4

- Struttura adiacente

- Dimensioni della struttura da cui proviene la linea (cabina C3): A (m): 15 B (m): 10 H (m): 4
- Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: L4 - linea BT 400V BHS da power-center cabina C3

- Tipo di linea: energia
- SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02) (sul quadro QBHS)

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

- Tratto di linea interrata (cavidotto a pavimento)
- Lunghezza (m) L = 80
- Resistività (ohm x m) r = 400 (stimata)
- Coefficiente ambientale (CE): urbano

Sezione 3

- Trasformatore MT/BT cabina C3

Sezione 4

- Struttura adiacente
- Dimensioni della struttura da cui proviene la linea (cabina C3): A (m): 15 B (m): 10 H (m): 4
- Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

4.7.3. Caratteristiche della zona: Z1 - Aree esterne land-side

- Tipo di zona: esterna
- Tipo di suolo: asfalto (rt = 0,00001)
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 1
  - Numero di persone medie nella zona: 200 (stima)
  - Numero totale di persone medie nella struttura: 3600 (valore da relazione VVF)
  - Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 4380 (stima)

- Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = 2,78E-09

- Rischi e componenti di rischio presenti nella zona:
  - Rischio 1: Ra

4.7.4. Caratteristiche della zona: Z2 - Aree esterne air-side

- Tipo di zona: esterna
- Tipo di suolo: cemento (rt = 0,01)
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 1
  - Numero di persone medie nella zona: 50 (stima)
  - Numero totale di persone medie nella struttura: 3600 (valore da relazione VVF)
  - Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 6570 (stima)
  - Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = 1,04E-06
- Rischi e componenti di rischio presenti nella zona:
  - Rischio 1: Ra

4.7.5. Caratteristiche della zona: Z3 – aree aperte al pubblico

- Tipo di zona: interna
- Tipo di pavimentazione: ceramica (rt = 0,001)
- Rischio di incendio: ordinario (rf = 0,01)
- Pericoli particolari: elevato rischio di panico (h = 10)
- Protezioni antincendio: automatiche (rp = 0,2), manuali (rp = 0,5)
- Schermatura di zona: assente
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna
- Impianto interno: impianti elettrici BT rete normale
  - Alimentato dalla linea L2
  - Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico (Ks3 = 0,0001)
  - Tensione di tenuta: 2,5 kV
  - Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1

- Impianto interno: impianti elettrici BT rete privilegiata
  - Alimentato dalla linea L3
  - Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)
  - Tensione di tenuta: 2,5 kV
  - Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Impianto interno: Impianti speciali e di sicurezza
  - Non alimentato da alcuna linea
  - Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico (Ks3 = 0,0001)
  - Tensione di tenuta: 1,0 kV
  - Sistema di SPD - livello: IV (PSPD = 0,05)
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 1
  - Numero di persone medie nella zona: 3400 (valore da relazione VVF)
  - Numero totale di persone medie nella struttura: 3600 (valore da relazione VVF)
  - Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 6570 (stima)
  - Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 7,08E-06
  - Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 2,84E-05
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 4
  - Valore dei muri (€): 20.000.000 (computo di progetto)
  - Valore del contenuto (€): 10.000.000 (stima)
  - Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 15.000.000 (computo di progetto)
  - Valore totale della struttura (€): 45.000.000
  - Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 3,33E-03
  - Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 4,00E-04
- Rischi e componenti di rischio presenti nella zona:

- Rischio 1: Ra Rb Ru Rv
- Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

4.7.6. Caratteristiche della zona: Z4 – locali tecnici e similari

- Tipo di zona: interna
- Tipo di pavimentazione: ceramica (rt = 0,001)
- Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)
- Pericoli particolari: ridotto rischio di panico (h = 2)
- Protezioni antincendio: automatiche (rp = 0,2), manuali (rp = 0,5)
- Schermatura di zona: assente
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna
- Impianto interno: impianti elettrici BT rete normale
  - Alimentato dalla linea L1
  - Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2)
  - Tensione di tenuta: 2,5 kV
  - Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 1
  - Numero di persone medie nella zona: 10 (valore da relazione VVF)
  - Numero totale di persone medie nella struttura: 3600 (valore da relazione VVF)
  - Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 4380 (stima)
  - Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 1,39E-08
  - Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 1,11E-09
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 4
  - Valore dei muri (€): 20.000.000 (computo di progetto)
  - Valore del contenuto (€): 10.000.000 (stima)
  - Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 15.000.000 (computo di progetto)
  - Valore totale della struttura (€): 45.000.000

- Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 3,33E-03
- Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 4,00E-05

- Rischi e componenti di rischio presenti nella zona:
  - Rischio 1: Ra Rb Ru Rv
  - Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

4.7.7. Caratteristiche della zona: Z5 – area BHS

- Tipo di zona: interna
- Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)
- Rischio di incendio: elevato (rf = 0,1)
- Pericoli particolari: ridotto rischio di panico (h = 2)
- Protezioni antincendio: automatiche (rp = 0,2), manuali (rp = 0,5)
- Schermatura di zona: assente
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna
- Impianto interno: impianti elettrici BT sistema BHS
  - Alimentato dalla linea L4
  - Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico (Ks3 = 0,0001)
  - Tensione di tenuta: 1,5 kV
  - Sistema di SPD - livello: IV (PSPD = 0,05)
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 1
  - Numero di persone medie nella zona: 12 (valore da relazione VVF)
  - Numero totale di persone medie nella struttura: 3600 (valore da relazione VVF)
  - Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 6570 (stima)
  - Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 2,50E-07
  - Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 2,00E-07
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 4
  - Valore dei muri (€): 20.000.000 (computo di progetto)

- Valore del contenuto (€): 10.000.000 (stima)
- Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 15.000.000 (computo di progetto)
- Valore totale della struttura (€): 45.000.000
- Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 3,33E-03
- Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 4,00E-03

- Rischi e componenti di rischio presenti nella zona:
  - Rischio 1: Ra Rb Ru Rv
  - Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

4.7.8. Caratteristiche della zona: Z6 – magazzini e locali di servizio

- Tipo di zona: interna
- Tipo di pavimentazione: ceramica (rt = 0,001)
- Rischio di incendio: ordinario (rf = 0,01)
- Pericoli particolari: medio rischio di panico (h = 5)
- Protezioni antincendio: automatiche (rp = 0,2), manuali (rp = 0,5)
- Schermatura di zona: assente
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna
- Impianto interno: impianti elettrici BT rete normale
  - Alimentato dalla linea L2
  - Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)
  - Tensione di tenuta: 2,5 kV
  - Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 1
  - Numero di persone medie nella zona: 280 (valore da relazione VVF)
  - Numero totale di persone medie nella struttura: 3600 (valore da relazione VVF)
  - Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 6570 (stima)
  - Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 5,83E-07

- Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 1,17E-06

- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 4
  - Valore dei muri (€): 20.000.000 (computo di progetto)
  - Valore del contenuto (€): 10.000.000 (stima)
  - Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 15.000.000 (computo di progetto)
  - Valore totale della struttura (€): 45.000.000
  - Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 3,33E-03
  - Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 4,00E-04
- Rischi e componenti di rischio presenti nella zona:
  - Rischio 1: Ra Rb Ru Rv
  - Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

4.7.9. Frequenza di danno

- Impianto interno tipologico 1
  - Zona: Z3
  - Linea: L2
  - Circuito: Impianti elettrici BT - rete normale
  - FS Totale: 0,0424
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI
- Impianto interno tipologico 2
  - Zona: Z3
  - Linea: L3
  - Circuito: Impianti elettrici BT - rete privilegiata
  - FS Totale: 0,0424
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI
- Impianto interno tipologico 3

- Zona: Z3
- Circuito: Impianti speciali e di sicurezza
- FS Totale: 0,0
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

- Impianto interno tipologico 4
  - Zona: Z4
  - Linea: L1
  - Circuito: Impianti elettrici BT - rete normale
  - FS Totale: 0,0424
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI
- Impianto interno tipologico 5
  - Zona: Z5
  - Linea: L4
  - Circuito: Impianti elettrici BT – sistema BHS
  - FS Totale: 0,0431
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI
- Impianto interno tipologico 6
  - Zona: Z6
  - Linea: L2
  - Circuito: Impianti elettrici BT – rete normale
  - FS Totale: 0,0424
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione scelte, la frequenza di danno si modifica come di seguito indicato:

- Impianto interno tipologico 1
  - Zona: Z3
  - Linea: L2
  - Circuito: Impianti elettrici BT - rete normale
  - FS Totale: 0,0011
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI
- Impianto interno tipologico 2
  - Zona: Z3
  - Linea: L3
  - Circuito: Impianti elettrici BT - rete privilegiata
  - FS Totale: 0,0011
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI
- Impianto interno tipologico 3
  - Zona: Z3
  - Circuito: Impianti speciali e di sicurezza
  - FS Totale: 0,0
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI
- Impianto interno tipologico 4
  - Zona: Z4
  - Linea: L1
  - Circuito: Impianti elettrici BT - rete normale
  - FS Totale: 0,0011
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI

- Impianto interno tipologico 5
  - Zona: Z5
  - Linea: L4
  - Circuito: Impianti elettrici BT – sistema BHS
  - FS Totale: 0,0031
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI
- Impianto interno tipologico 6
  - Zona: Z6
  - Linea: L2
  - Circuito: Impianti elettrici BT – rete normale
  - FS Totale: 0,0011
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI

4.7.10. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

- Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 3,93E-02 km²
- Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 6,04E-01 km²
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 4,21E-02
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,29E+00

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

- Linea L1
  - AL = 0,004800 km²
  - AI = 0,480000 km²
- Linea L2
  - AL = 0,004800 km²

- AI = 0,480000 km²

- Linea L3
  - AL = 0,004800 km²
  - AI = 0,480000 km²
- Linea L4
  - AL = 0,003200 km²
  - AI = 0,320000 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

- Linea L1
  - NL = 0,000599
  - NI = 0,059920
- Linea L2
  - NL = 0,000599
  - NI = 0,059920
- Linea L3
  - NL = 0,000599
  - NI = 0,059920
- Linea L4
  - NL = 0,000342
  - NI = 0,034240

4.7.11. Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1:

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0
- PC = 0,00E+00
- PM = 0,00E+00

Zona Z2:

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0
- PC = 0,00E+00
- PM = 0,00E+00

Zona Z3:

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0
- PC (Impianti elettrici BT - rete normale) = 1,00E+00
- PC (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = 1,00E+00
- PC (Impianti speciali e di sicurezza) = 0,00E+00
- PC = 0,00E+00
- PM (Impianti elettrici BT - rete normale) = 3,20E-11
- PM (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = 3,20E-07
- PM (Impianti speciali e di sicurezza) = 5,00E-10
- PM = 3,21E-07
- PU (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PV (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PW (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PZ (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PU (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = *
- PV (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = *
- PW (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = *
- PZ (Impianti elettrici BT - rete privilegiata) = *

Zona Z4:

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0
- PC (Impianti elettrici BT - rete normale) = 1,00E+00

- PC = 1,00E+00
- PM (Impianti elettrici BT - rete normale) = 1,28E-04
- PM = 1,28E-04
- PU (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PV (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PW (Impianti elettrici BT - rete normale) = *
- PZ (Impianti elettrici BT - rete normale) = *

Zona Z5:

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0
- PC (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 1,00E+00
- PC = 1,00E+00
- PM (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 2,22E-10
- PM = 2,22E-10
- PU (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 2,00E-02
- PV (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 2,00E-02
- PW (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 5,00E-02
- PZ (Impianti elettrici BT - sistema BHS) = 3,00E-02

Zona Z6:

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0
- PC (Impianti elettici BT - rete normale) = 1,00E+00
- PC = 1,00E+00
- PM (Impianti elettici BT - rete normale) = 3,20E-07
- PM = 3,20E-07
- PU (Impianti elettici BT - rete normale) = *
- PV (Impianti elettici BT - rete normale) = *

- PW (Impianti elettici BT - rete normale) = *
- PZ (Impianti elettici BT - rete normale) = *

(*) Nel caso di linee con caratteristiche non uniformi lungo il percorso, la probabilità è relativa ad ogni tratto di linea. Vedasi in proposito l'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche.*

5. POLO TECNOLOGICO

5.1. Dati generali

5.1.1. Individuazione della struttura da proteggere

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un edificio a sé stante.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle proprie dell'edificio.

5.1.2. Densità annua di fulmini a terra

Come rilevabile dalla Norma IEC 62858 la densità annua di fulmini a terra nella posizione in cui sarà ubicata la struttura (vedasi allegato) è pari a:

- Ng = 2,14 fulmini/(anno km^2)

5.1.3. Tipi di danno, perdite e misure di protezione

La fulminazione produce sempre dei danni, ai quali sono associate delle perdite. Poiché è impossibile difendersi in modo assoluto dagli effetti della fulminazione, si determina il "danno accettabile" ed, in definitiva, il tipo di impianto di protezione adeguato.

Ciascun tipo di danno, da solo o in combinazione con altri, può produrre differenti tipi di perdite, ovvero:

- perdita di vite umane (rischio R1)
- perdita di servizio pubblico (rischio R2)
- perdita di patrimonio culturale insostituibile (rischio R3)
- perdita economica (struttura e suo contenuto, servizi e interruzione dell'attività) (rischio R4).

Al fine di valutare se la protezione sia o meno necessaria, deve essere effettuata la valutazione del rischio in accordo con la procedura indicata nella norma CEI 62305-2, in modo che il rischio risultante R, che è funzione di R1, R2 e R3, sia minore del rischio tollerabile RT.

I valori del rischio tollerabile RT sono i seguenti:

- per il rischio R1: 1E-05
- per il rischio R2: 1E-03
- per il rischio R3: 1E-04

La struttura, stante la sua destinazione d'uso, può essere soggetta:

- al rischio R1 (perdita di vite umane)

Il rischio R2 non è applicabile in quanto la struttura non è adibita a distribuzione di reti pubbliche quali acqua, gas, elettricità, ecc..

Il rischio R3 non è applicabile in quanto struttura non ricadente nel patrimonio culturale.

La valutazione di natura economica R4, volta ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, è stata condotta stante l'importanza economica della struttura nell'ambito dell'attività dell'aeroporto (trattasi di cabina elettrica a servizio del terminal partenze).

5.1.4. Dati relativa alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

- A (m): 15 B (m): 10 H (m): 4 Hmax (m): 4

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: cabina elettrica MT/BT

5.1.5. Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche che possono introdurre potenziali pericoli per fulminazione indiretta:

- Linea di energia: L1 - linea MT 20 kV anello MT da cabina C1 (si è considerata la linea di lunghezza maggiore)
- Linea di energia: L2 - linea BT 400V da gruppi elettrogeni GE

Le linee di segnale sono costituite da cavi in fibra ottica che per loro natura costruttiva non possono introdurre potenziali pericolosi

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *"Caratteristiche delle linee elettriche".*

5.1.6. Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura ed in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti,

sono state definite le seguenti zone:

- Zona 1 (Z1): Aree esterne al polo tecnologico
- Zona 2 (Z2): Aree interne al polo tecnologico

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *"Caratteristiche delle Zone".*

5.2. Calcolo dell'area di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2. Il suo valore è il seguente:

Area di raccolta AD (km²) = 1,24E-03

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3. Il suo valore è il seguente:

Area di raccolta AM (km²) = 4,03E-01

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *"Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi".*

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *"Valori delle probabilità P per la struttura non protetta".*

5.3. Valutazione dei rischi

5.3.1. Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati per ciascuna zona.

Zona Z1: Aree esterne polo tecnologico

- RA: 3,32E-11
- Totale: 3,32E-11

Zona Z2: Aree interne polo tecnologico

- RA: 1,51E-09
- RB: 3,03E-12
- RU(Impianti elettrici MT): 3,68E-12
- RV(Impianti elettrici MT): 7,36E-13
- RU(Impianti elettrici BT): 1,90E-13
- RV(Impianti elettrici BT): 3,81E-14
- Totale: 1,52E-09

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,52E-09

5.3.2. Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 1,52E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05.

5.4. Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo R1 = 1,52E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Stante il valore operativo della struttura si ritiene comunque idoneo valutare l'eventuale adozione di misure di protezione integrative al fine di valutarne la convenienza economica nell'adottare tali misure.

Tenuto conto della fattibilità tecnica, in relazione anche ai vincoli da rispettare, per la protezione della struttura in esame sono state scelte le misure di protezione seguenti:

- dotare l'edificio di un LPS di classe II (Pb = 0,05)

L'adozione di questa misura di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

<u>Zona Z1: Aree esterne polo tecnologico</u>

- PA = 5,00E-04
- PB = 0,05
- PC = 0,00E+00
- PM = 0,00E+00
- rt = 0,00001
- rp = 1
- rf = 0
- h = 1

<u>Zona Z2: Aree interne polo tecnologico</u>

- PA = 5,00E-04
- PB = 0,05
- PC (Impianti elettrici MT) = 1,00E+00
- PC (Impianti elettrici BT) = 2,00E-02
- PC = 1,00E+00

- PM (Impianti elettrici MT) = 2,50E-11
- PM (Impianti elettrici BT) = 1,15E-05
- PM = 1,15E-05
- PU (Impianti elettrici MT) = 1,60E-04
- PV (Impianti elettrici MT) = 1,60E-02
- PW (Impianti elettrici MT) = 8,00E-01
- PZ (Impianti elettrici MT) = 0,00E+00
- PU (Impianti elettrici BT) = 1,00E-04
- PV (Impianti elettrici BT) = 1,00E-02
- PW (Impianti elettrici BT) = 2,00E-02
- PZ (Impianti elettrici BT) = 6,00E-03
- rt = 0,01
- rp = 0,2
- rf = 0,001
- h = 1

I nuovi valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

<u>Zona Z1: Aree esterne polo tecnologico</u>

- RA: 1,66E-14
- Totale: 1,66E-14

<u>Zona Z2: Aree interne polo tecnologico</u>

- RA: 7,56E-13
- RB: 1,51E-13
- RU(Impianti elettrici MT): 7,36E-14
- RV(Impianti elettrici MT): 1,47E-14
- RU(Impianti elettrici BT): 1,90E-13
- RV(Impianti elettrici BT): 3,81E-14
- Totale: 1,22E-12

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,24E-12

5.5. Analisi della convenienza economica

L'analisi della convenienza economica della protezione è stata condotta come indicato dalla norma CEI EN 62305-2 calcolando il risparmio annuo, in termini di perdite economiche, che ogni soluzione permette di ottenere, al fine di individuare la più conveniente.

I valori economici relativi alla struttura sono indicati nell'Appendice "*Caratteristiche delle zone".*

Il costo delle misure di protezione è di seguito indicato.

Costo delle misure di protezione globali (LPS II livello): € 15.000,00 (stima)

I valori assunti per il tasso di interesse, ammortamento e manutenzione delle misure di protezione è di seguito indicato:

- Interesse: 5 %
- Ammortamento: 50 anni
- Manutenzione: 10 %

Il valore delle componenti del rischio R4 per la struttura non protetta è di seguito indicato:

Zona Z2: Aree interne polo tecnologico

- RB: 1,33E-08
- RC: 3,32E-08
- RM: 4,97E-10
- RV(Impianti elettrici MT): 3,23E-09
- RW(Impianti elettrici MT): 8,07E-09
- RZ(Impianti elettrici MT): 0,00E+00
- RV(Impianti elettrici BT): 1,67E-10
- RW(Impianti elettrici BT): 8,35E-10
- RZ(Impianti elettrici BT): 1,93E-09

Il valore delle perdite residue CRL è stato calcolato in conformità all'appendice D della norma CEI EN 62305-2 sulla base dei nuovi valori che le componenti del rischio R4 assumono una volta adottate le misure di protezione previste nelle soluzioni individuate.

Il valore delle perdite CL per la struttura non protetta e quello delle perdite residue CRL per la struttura protetta secondo le varie soluzioni individuate è di seguito indicato.

Zona Z1

- Perdite senza protezioni: € 0,00
- Perdite con protezioni: € 0,00
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 0,00

Zona Z2

- Perdite senza protezioni: € 0,24
- Perdite con protezioni: € 0,18
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 0,06

Costo LPS : € 2.550,00

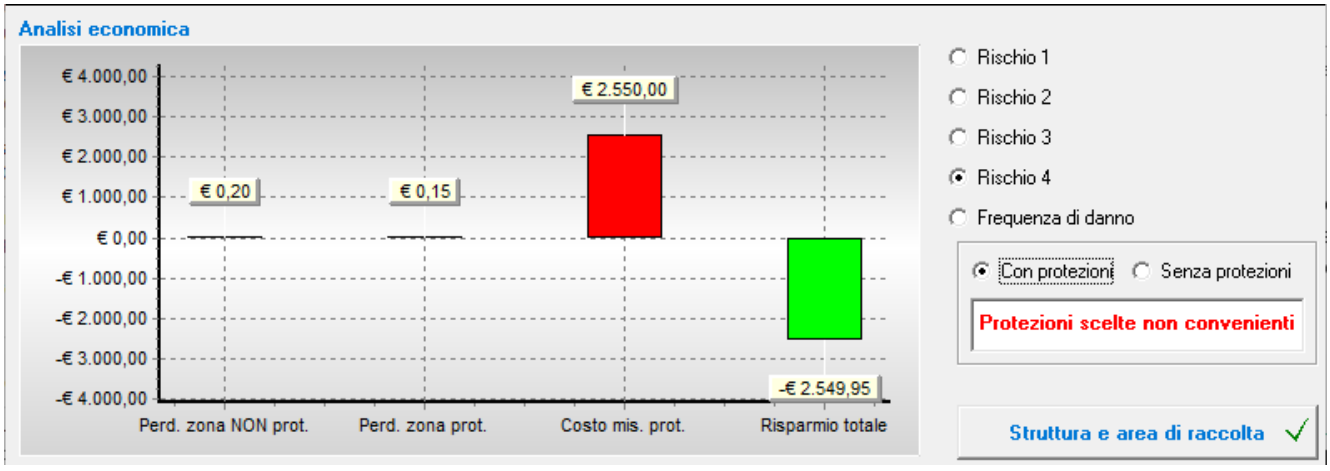
- Totale perdite senza protezioni: € 0,24
- Totale perdite con protezioni: € 0,18
- Totale costo delle misure di protezione: € 2.550,00
- **Totale risparmio: € -2.549,95**

Come si evince, l'adozione delle misure di protezione previste (LPS di II livello), determina un esborso economico annuo pari a circa € 2.550 per la durata di vita presunta dell'impianto (50 anni).

Si ritiene tale valore, economicamente non giustificabile.

Ciò significa che l'installazione (e successiva gestione e manutenzione nel corso degli anni) di un impianto LPS di livello II non determina un reale vantaggio di tipo economico tale da giustificarne l'installazione.

Il presente grafico sintetizza quanto esposto:



5.6. Conclusioni

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue:

- Rischi che non superano il valore tollerabile: R1
- Sistema delle protezioni previste per il rischio R4: valutate ed economicamente non convenienti

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI

5.7. Appendici

5.7.1. Caratteristiche della struttura

- Dimensioni: A (m): 15 B (m): 10 H (m): 4 Hmax (m): 4
- Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza maggiore (CD = 0,25)
- Schermo esterno alla struttura: assente
- Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 2,14

5.7.2. Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: L1 - linea MT 20 kV da cabina C1

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

- Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT
- Lunghezza (m) L = 100
- Resistività (ohm x m) r = 400
- Coefficiente ambientale (CE): urbano
- Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: 5 < R <= 20 ohm/km
- Dimensioni della struttura da cui proviene la linea (cabina C1): A (m): 15 B (m): 7 H (m): 4
- Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: L2 - linea BT 400V da quadro di parallelo gruppi elettrogeni

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

- Tipo di linea: energia - interrata
- Lunghezza (m) L = 15

- Resistività (ohm x m) r = 400
- Coefficiente ambientale (CE): urbano
- Dimensioni della struttura da cui proviene la linea (centrale esistente): A (m): 22 B (m): 10 H (m): 4
- Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore
- SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01) (sul power-center cabina C3)

5.7.3. Caratteristiche della zona: Z1 - Aree esterne polo tecnologico

- Tipo di zona: esterna
- Tipo di suolo: asfalto (rt = 0,00001)
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: terreno equipotenziale (maglia di terra)
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 1
  - Numero di persone medie nella zona: 2 (stima)
  - Numero totale di persone medie nella struttura: 2 (stima)
  - Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 4380 (stima)
  - Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = 5,00E-08
- Rischi e componenti di rischio presenti nella zona:
  - Rischio 1: Ra

5.7.4. Caratteristiche della zona: Z2 - Aree interne polo tecnologico

- Tipo di zona: interna
- Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)
- Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)
- Pericoli particolari: nessuno (h = 1)
- Protezioni antincendio: automatiche (rp = 0,2), manuali (rp = 0,5)
- Schermatura di zona: maglia - lato: w = 5 m (Rete equipotenziale conforme a IEC 62305-4)
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: isolamento
- Impianto interno: impianti elettrici MT
  - Alimentato dalla linea L1

- Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico (Ks3 = 0,0001)
- Tensione di tenuta: 6,0 kV
- Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1

- Impianto interno: impianti elettrici BT
  - Alimentato dalla linea L2
  - Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2)
  - Tensione di tenuta: 2,5 kV
  - Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 1
  - Numero di persone medie nella zona: 2 (stima)
  - Numero totale di persone medie nella struttura: 2 (stima)
  - Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 200 (stima)
  - Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 2,28E-06
  - Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 4,56E-09
- Valori medi delle perdite per la zona: Rischio 4
  - Valore dei muri (€): 1.000.000 (computo di progetto)
  - Valore del contenuto (€): 1.000.000 (stima)
  - Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 2.000.000 (computo di progetto)
  - Valore totale della struttura (€): 4.000.000
  - Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 5,00E-05
  - Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 2,00E-05
- Rischi e componenti di rischio presenti nella zona:
  - Rischio 1: Ra Rb Ru Rv
  - Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

5.7.5. Frequenza di danno

- Impianto interno tipologico 1
  - Zona: Z2
  - Linea: L1
  - Circuito: Impianti elettrici MT
  - FS Totale: 0,0009
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI
- Impianto interno tipologico 2
  - Zona: Z2
  - Linea: L2
  - Circuito: Impianti elettrici BT
  - FS Totale: 0,0007
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione scelte, la frequenza di danno si modifica come di seguito indicato:

- Impianto interno tipologico 1
  - Zona: Z2
  - Linea: L1
  - Circuito: Impianti elettrici MT
  - FS Totale: 0,0009
  - Frequenza di danno tollerabile: 0,1
  - Circuito protetto: SI
- Impianto interno tipologico 2
  - Zona: Z2
  - Linea: L2
  - Circuito: Impianti elettrici BT
  - FS Totale: 0,0

- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

5.7.6. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

- Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 1,24E-03 km²
- Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,03E-01 km²
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 6,63E-04
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 8,62E-01

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

- Linea L1
  - AL = 0,004000 km²
  - AI = 0,400000 km²
- Linea L2
  - AL = 0,000600 km²
  - AI = 0,060000 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

- Linea L1
  - NL = 0,000086
  - NI = 0,008560
- Linea L2
  - NL = 0,000064
  - NI = 0,006420

5.7.7. Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1:

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0

- PC = 0,00E+00
- PM = 0,00E+00

Zona Z2:

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0
- PC (Impianti elettrici MT) = 1,00E+00
- PC (Impianti elettrici BT) = 1,00E+00
- PC = 1,00E+00
- PM (Impianti elettrici MT) = 2,50E-11
- PM (Impianti elettrici BT) = 1,15E-05
- PM = 1,15E-05
- PU (Impianti elettrici MT) = 8,00E-03
- PV (Impianti elettrici MT) = 8,00E-01
- PW (Impianti elettrici MT) = 8,00E-01
- PZ (Impianti elettrici MT) = 0,00E+00
- PU (Impianti elettrici BT) = 1,00E-04
- PV (Impianti elettrici BT) = 1,00E-02
- PW (Impianti elettrici BT) = 2,00E-02
- PZ (Impianti elettrici BT) = 6,00E-03

6. COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

6.1. Generalità

Al fine di garantire una ragionevole protezione degli impianti e delle apparecchiature previste nella struttura rispetto alle sovratensioni, sia di origine atmosferica che dovuti alle manovre sulle apparecchiature elettriche, si riporta una serie di indicazioni in merito alla corretta collocazione ed alle caratteristiche tecniche dei dispositivi da prevedere.

Si specifica che tali indicazioni, se correttamente applicate, garantiscono il corretto coordinamento tra le apparecchiature, con la conseguente redazione del documento di verifica del corretto coordinamento, debitamente timbrato e firmato dal fornitore delle apparecchiature stesse, che è stato individuato, in questa fase progettuale, nella società ZOTUP s.r.l.

6.2. Protezione lato BT 400V – power-center QPC cabina C3

Su ciascuna sbarra (A, B e C) del power-center di cabina C3 verrà previsto uno scaricatore di classe I+II del tipo a limitazione con le seguenti caratteristiche:

- modello L 13/40 230 t ff 4
- codice 214 140
- Tensione massima continuativa Uc 335 V c.a.
- Classe di prova sec .IEC 61643-1+A1 I e II
- Corrente ad impulso Iimp. 25 kA (10/350 µs)
- Corrente nominale di scarica In: 35 kA (8/20 µs)
- Corrente max. di scarica: 70 kA (8/20 µs)
- Corrente di corto circuito con max. fusibile di prot. (L) Icc.: 50 kAeff
- Protezione da sovracorrente non richiesta con CB di linea <= 160A o per Icc <= 5 kA efficace
- Impedisce la circolazione della corrente susseguente di rete NFC No FollowCurrent®
- Fusibile di prot. max. (L): 125A gG
- Indicatore di stato: 3 livelli colorati con indicazione di stato
- Livello di protezione Up: ≤ 1,5 kV
- Tempo di risposta: ≤ 25 ns
- Pollution degree: 3
- Grado di protezione IP20

- Segnalazione ottica locale e contatto in scambio per l'indicazione remota dell'eventuale guasto dell'SPD.

6.3. Protezione lato BT 400V – quadri generali di terminal

Su ciascun quadro generale QGBT di terminal verrà previsto uno scaricatore di classe I+II del tipo a limitazione con le seguenti caratteristiche:

- modello L 13/40 230 t ff 4
- codice 214 140
- Tensione massima continuativa Uc 335 V c.a.
- Classe di prova sec .IEC 61643-1+A1 I e II
- Corrente ad impulso Iimp. 25 kA (10/350 µs)
- Corrente nominale di scarica In: 35 kA (8/20 µs)
- Corrente max. di scarica: 70 kA (8/20 µs)
- Corrente di corto circuito con max. fusibile di prot. (L) Icc.: 50 kAeff
- Protezione da sovracorrente non richiesta con CB di linea <= 160A o per Icc <= 5 kA efficace
- Impedisce la circolazione della corrente susseguente di rete NFC No FollowCurrent®
- Fusibile di prot. max. (L): 125A gG
- Indicatore di stato: 3 livelli colorati con indicazione di stato
- Livello di protezione Up: ≤ 1,5 kV
- Tempo di risposta: ≤ 25 ns
- Pollution degree: 3
- Grado di protezione IP20
- Segnalazione ottica locale e contatto in scambio per l'indicazione remota dell'eventuale guasto dell'SPD.

6.4. Protezione lato BT 400V – quadri di zona e di locale

Su ciasuna sezione dei quadri di zona e di locale (escluso i centralini di singoli locali), verranno previsti degli scaricatori di classe II del tipo a limitazione con le seguenti caratteristiche:

- modello L 3/30 230 ff 4

- codice 210 140
- Tensione massima continuativa Uc 335 V c.a.
- Classe di prova sec .IEC 61643-1+A1 II
- Corrente nominale di scarica In: 30 kA (8/20 µs)
- Corrente max. di scarica: 40 kA (8/20 µs)
- Corrente di corto circuito con max. fusibile di prot. (L) Icc.: 50 kAeff
- Protezione da sovracorrente non richiesta con CB di linea <= 160A o per Icc <= 5 kA efficace
- Impedisce la circolazione della corrente susseguente di rete NFC No FollowCurrent®
- Fusibile di prot. max. (L): 125A gG
- Indicatore di stato: 3 livelli colorati con indicazione di stato
- Livello di protezione Up: ≤ 0,9 kV
- Tempo di risposta: ≤ 25 ns
- Pollution degree: 3
- Grado di protezione IP20
- Segnalazione ottica locale e contatto in scambio per l'indicazione remota dell'eventuale guasto dell'SPD.

7. ALLEGATO

Fa parte integrante del presente documento l'allegato, tratto dal software ZEUS di TNE con l'indicazione della densità annua di fulmini a terra del sito nel quale saranno ubicate le nuove strutture oggetto della presente valutazione.

VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

N_G = 2,14 fulmini / (anno km^2)

POSIZIONE

Latitudine: **38,909276° N**

Longitudine: **16,247575° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G.
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa ceraunica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla norma CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

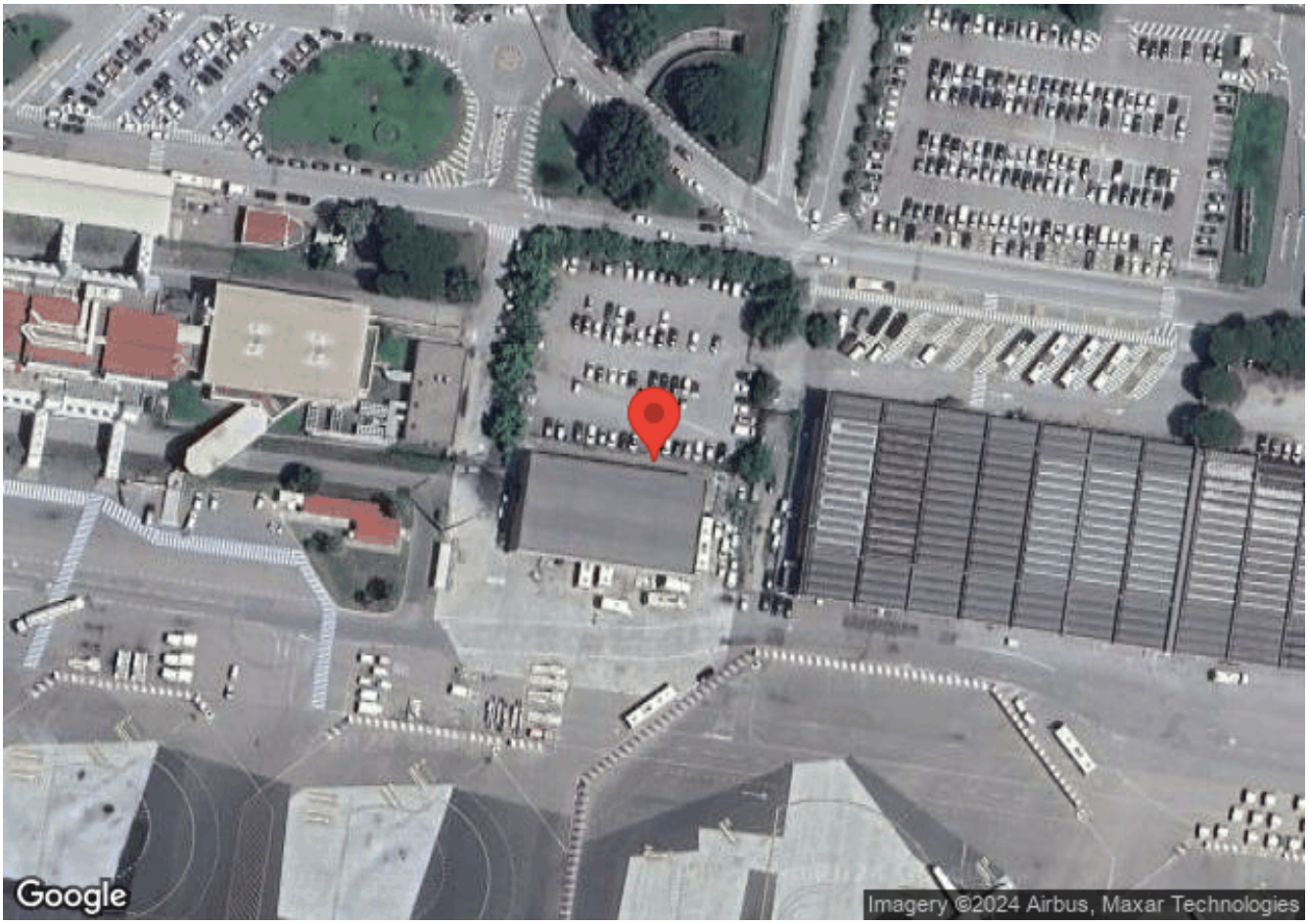
VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2029.

Data 24/04/2024

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 38,909276

Longitudine: 16,247575